

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-094972

(43)Date of publication of application : 12.04.1996

(51)Int.Cl.

G02B 27/28

(21)Application number : 07-088146

(71)Applicant : SUMITOMO METAL MINING CO LTD

(22)Date of filing : 13.04.1995

(72)Inventor : NAKAMURA NOBUO

(30)Priority

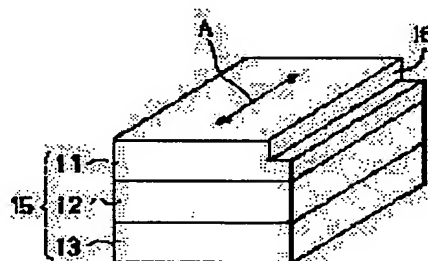
Priority number : 06176780 Priority date : 28.07.1994 Priority country : JP

## (54) MAGNETO-OPTICAL ELEMENT AND ITS PRODUCTION

(57)Abstract:

PURPOSE: To make it possible to specify the polarization direction of a magneto-optical element without making optical measurement.

CONSTITUTION: This magneto-optical element 15 consists of two sheets of polarizers 11, 13 varying in polarization direction by  $45^\circ$  from each other and a Faraday rotor 12 integrally held between two sheets of these polarizers 11 and 13. A staircase-like cut part 16 extending in the same direction as the polarization direction A of the polarizer 11 is formed for the polarizer 11 constituting the uppermost layer of the magneto-optical element 15 and this staircase-like cut part 16 is used as mark for identifying the polarization direction A of the polarizer 11.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-94972

(43) 公開日 平成8年(1996)4月12日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

G 0 2 B 27/28

識別記号

A

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-88146

(22) 出願日 平成7年(1995)4月13日

(31) 優先権主張番号 特願平6-176780

(32) 優先日 平6(1994)7月28日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000183303

住友金属鉱山株式会社

東京都港区新橋5丁目11番3号

(72) 発明者 中村 宜夫

東京都青梅市末広町1-6-1

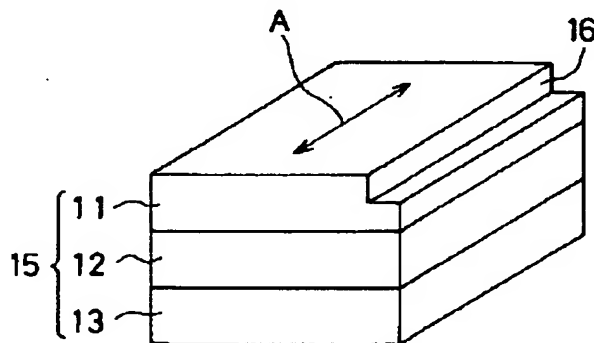
(74) 代理人 弁理士 篠原 泰司

(54) 【発明の名称】 磁気光学素子及びその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 光学測定を行うことなく、磁気光学素子の偏光方向を特定することができるようにする。

【構成】 偏光方向が相互に45度異なる2枚の偏光子11、13と、これら2枚の偏光子11、13の間に一体的に挟み込まれたファラデー回転子12とからなる磁気光学素子15において、磁気光学素子15の最上層を構成する偏光子11には偏光子11の偏光方向Aと同一の方向に延びる階段状切削部分16を形成し、この階段状切削部分16を偏光子11の偏光方向Aを識別するための目印として用いる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 偏光方向が相互に 45 度異なる 2 枚の偏光子と、これら 2 枚の偏光子の間に一体的に挟み込まれたファラデー回転子とを備え、前記 2 枚の偏光子のうち少なくとも何れか一方の偏光子には偏光方向を示す目印が施されている磁気光学素子。

【請求項 2】 前記磁気光学素子は多角形状をなしており、前記目印は該多角形の一边の少なくとも一部を切削することにより形成されるものであることを特徴とする請求項 1 に記載の磁気光学素子。

【請求項 3】 製造すべき磁気光学素子よりも大きな 2 枚の偏光子とファラデー回転子とを、ファラデー回転子が 2 枚の偏光子の間に挟み込まれるように、相互に接合させて得られた磁気光学素子を細分化することにより複数の磁気光学素子を得る磁気光学素子の製造方法において、前記磁気光学素子の細分化の工程において該磁気光学素子の表面の少なくとも一部を切削することにより偏光方向を示す目印を形成する工程を有することを特徴とする磁気光学素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明はファラデー効果を利用する磁気光学素子に関し、特に、光通信に用いられる光アイソレータ用又は電流計測に用いられる光磁界センサ用の磁気光学素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】ファラデー効果を利用した光アイソレータや光磁界センサの基本構成を各々図 8 (a) 及び (b) に示す。これらの光アイソレータや光磁界センサを構成する磁気光学素子は何れも 2 枚の偏光ガラス板 1、3 の間にファラデー回転子 2 を一体的に配設した構造を有している。偏光ガラス板 1、3 の偏光方向は相互に 45 度傾斜するように設定されている。

【0003】図 8 (b) に示す光磁界センサは、磁界中に置かれると、ファラデー回転子 2 の偏光面が回転するので、偏光ガラス板 1、ファラデー回転子 2 及び偏光ガラス板 3 を通過する光の特性が変化する。この特性の変化の度合いを測定することによって、磁界の存在及び磁界の強度を知ることができる。

【0004】また、図 8 (a) に示す光アイソレータでは、ファラデー回転子 2 を磁気飽和させるための永久磁石 4 がファラデー回転子 2 の両側に設けられている。永久磁石 4 によって、ファラデー回転子 2 の偏光面は 45 度回転している。これらの偏光ガラス板 1、3 及びファラデー回転子 2 は一辺が 1 乃至 5 mm の正方形の薄板として形成されている。

【0005】このような磁気光学素子の製造方法として特願平 6-176780 号に記載されている方法がある。この方法では、偏光方向が相互に 45 度異なる 2 枚

の偏光子の間にファラデー回転子を挟み込み、一体的に接合することにより磁気光学素子を形成した後、磁気光学素子を所望の大きさに細分する。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】この方法により製造された磁気光学素子の外形が例えば正方形である場合、偏光子の偏光方向は、偏光子の任意の一边を基準にする、0 度、90 度、±45 度の 4 通りである。偏光子の偏光方向は偏光子の外観からは判断できない。このため、偏光子の偏光方向を特定することなく、磁気光学素子から光アイソレータを製造すると、直線偏光である入射光と、入射光が最初に通過する偏光子の偏光方向とが一致する確率は  $1/4 = 25\%$  にすぎず、残りの 75% の磁気光学素子は入射光と偏光子の偏光方向とが一致せず、不良品となっていた（ただし、2 枚の偏光子とファラデー回転子相互間の偏光方向は相対的に調整されているものとする）。

【0007】また、入射光の偏光方向がランダムである光磁界センサの場合には、印加される磁界の強度及び向きが同一であったとしても、ファラデー回転子の偏光方向と磁界の向きの組み合わせは 2 通りある。このため、ファラデー回転子の偏光方向と磁界の向きを特定することなく、磁気光学素子から光磁界センサを製造すると、ファラデー回転子の偏光方向と磁界の向きが一致する確率は  $1/2 = 50\%$  である。残りの 50% の光磁界センサでは、出力信号の位相が 180 度ずれることになり、このような光磁界センサは不良品として処理せざるを得なかった。

【0008】このような光アイソレータ又は光磁界センサの不良品の発生を防止するためには、細分化された磁気光学素子の偏光方向を光学測定により確認する作業が不可欠となるが、このような確認作業は光アイソレータ又は光磁界センサの製造工程を複雑にするものである。

【0009】本発明はこのような従来の磁気光学素子製造における問題点を鑑みてなされたものであり、光学測定を行うことなく、偏光方向を特定することができる磁気光学素子及びそのような磁気光学素子の製造方法を提供することを目的とする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため、本発明に係る磁気光学素子は、偏光方向が相互に 45 度異なる 2 枚の偏光子と、これら 2 枚の偏光子の間に一体的に挟み込まれたファラデー回転子とからなり、前記 2 枚の偏光子のうち少なくとも何れか一方の偏光子には偏光方向を示す目印が施されていることを特徴とする。

【0011】本発明の好ましい実施態様においては、前記磁気光学素子は多角形状に形成され、前記目印は該多角形の一边の少なくとも一部を切削することにより形成される。

【0012】また、本発明に係る磁気光学素子の製造方法は、製造すべき磁気光学素子よりも大きな2枚の偏光子とファラデー回転子とを、ファラデー回転子が2枚の偏光子の間に挟み込まれるように、相互に接着させて得られた磁気光学素子を細分化することにより複数の磁気光学素子を得る磁気光学素子の製造方法において、前記磁気光学素子の細分化の工程において該磁気光学素子の表面の少なくとも一部を切削することにより偏光方向を示す目印を形成する工程を有することを特徴とする。

#### 【0013】

【作用】磁気光学素子を光アイソレータに使用する場合、直線偏光である入射光と、入射光が最初に通過する偏光子の偏光方向とを一致させなければならない。このためには、入射光が最初に通過する偏光子の偏光方向を容易に識別することができるようにすることが必要である。このため、本発明に係る磁気光学素子においては、何れか一方の偏光子の表面にその偏光子の偏光方向を示す目印が施されている。この目印を基準として、偏光方向の光学測定を行うことなく、ファラデー回転子及び他方の偏光子の偏光方向を識別することが可能になる。従って、この目印を基準として光アイソレータを作製することにより、磁気光学素子の偏光方向の不一致による不良品の発生を回避することができる。なお、本発明の前提として、ファラデー回転子と2枚の偏光子との間の相対的な偏光方向は予め調整されているものとする。

【0014】また、光磁界センサの作製においても、偏光子に設けられた目印を基準としてファラデー回転子の偏光方向を識別することができるため、入射光とファラデー回転子との間の偏光方向の不一致による出力信号の位相ずれによる不良品の発生を回避することができる。

【0015】さらに、この目印は、磁気光学素子の細分化工程において、細分化と同時に形成することができるため、特に目印作製のための工程を追加する必要がなく、従って、磁気光学素子の製造工程を複雑にすることもない。

#### 【0016】

【実施例】以下、図1乃至図3を参照して本発明に係る磁気光学素子の一実施例を説明する。図1(a)及び

(b)は本実施例に係る磁気光学素子の構成要素である偏光子11、13を示す。偏光子11、13は偏光ガラスからなり、各々一辺が10mmの正方形形状に形成されている。偏光子11は底辺11aに対して垂直な偏光方向Aを有しており、偏光子13は底辺13aに対して45度傾斜している偏光方向Bを有している。

【0017】ファラデー回転子12は磁性ガーネット膜からなり、偏光子11、13と同じ大きさの正方形形状に形成されている。図1(c)に示すように、ファラデー回転子12の上下両面の全面にわたって接着剤を塗布した後、ファラデー回転子12の上面に偏光子11を、ファラデー回転子12の下面に偏光子13を接着し、一

辺10mmの正方形形状の磁気光学素子14を形成した。接着剤は、透明で、薄くても十分な接着力を有するものを用いる。例えば、エポキシ系接着剤が好ましい。

【0018】次いで、このように形成した磁気光学素子14を、偏光子11が上を向くようにして、ダイヤモンドカッターその他の切断装置に固定し、図1(d)に示すように、各辺を5等分し、計25個の磁気光学素子15に細分化した。切断幅は1つ当たり0.25mmであり、切断によって一辺当たり $0.25 \times 4 = 1$ mmだけ長さが短くなった。このため、細分化された磁気光学素子15は一辺が $(10 - 1) \div 5 = 1.8$ mmである正方形形状となっている。また、細分化された磁気光学素子15においても偏光子11が上面に位置しているため、磁気光学素子15を上方から見た場合の偏光方向は、図1(a)に示した偏光子11の場合と同様に、各磁気光学素子15の底辺15aに対して垂直な方向Aである。なお、接着剤はファラデー回転子12と偏光子11及び偏光子13との各接触面の全面にわたって塗布されているので、細分化した各磁気光学素子15において各偏光子11、13がファラデー回転子12から剥離することはない。

【0019】さらに、細分化された磁気光学素子15をそのまま切断装置に固定しておき、図2に示すように、各磁気光学素子15の一辺に沿って、偏光方向Aと同じ方向である矢印Cの方向に切断刃を走査する。このような切断刃の走査により、図3に示すように、各磁気光学素子15の最上層を構成している偏光子11の一辺の一部を階段状に削り取ることができる。この階段状の切削部分16が延びる方向は偏光子11の偏光方向Aと同じであるので、この階段状切削部分16を偏光子11の偏光方向を識別するための目印として用いることができる。

【0020】このようにして作製した磁気光学素子15を用いて、光学測定による偏光方向の特定を行うことなく、階段状切削部分16のみを偏光方向の識別基準とし、光アイソレータを100台、光磁界センサを20台作製したが、不良品は皆無であった。

【0021】上記の実施例においては、偏光子11の一辺を切削することにより階段状切削部分16を形成し、これを目印として使用したが、他の形状を目印として使用することもできる。例えば、図4に示すように、各磁気光学素子15の最上層を構成する偏光子11の一辺を面取りし、この面取り部分17を偏光方向Aの目印として用いることもできる。あるいは、図5に示すように、各磁気光学素子15の最上層を構成する偏光子11の偏光方向Aと平行に溝18を形成し、この溝18を偏光方向の目印として用いることもできる。

【0022】また、図3乃至図5に示した階段状切削部分16、面取り部分17及び溝18は偏光子11の一辺の全長にわたって形成したが、偏光子11の一辺の全長

10

20

30

40

50

の一部においてのみ形成するようにしてもよい。偏光子11の一边の全長の一部にのみ形成しても、偏光方向の目印として十分に機能する。

【0023】さらに、図3乃至図5に示した階段状切削部分16、面取り部分17及び溝18は何れも各磁気光学素子15の最上層を構成する偏光子11に形成したが、各磁気光学素子15の最下層を構成する偏光子13に形成してもよい。あるいは、偏光子11及び偏光子13の双方に形成してもよい。何れの場合も偏光方向の識別を可能にする。

【0024】さらに、図3乃至図5に示した階段状切削部分16、面取り部分17及び溝18は何れも偏光子11の偏光方向Aと平行な方向に延びるように形成したが、これらの目印を形成する方向は偏光子11の偏光方向Aと平行な方向に限定する必要はない。これらの目印と偏光方向との間の関係が一定である限りにおいては、目印を形成する方向は偏光方向に対して任意の角度（例えば、45度又は90度など）とすることができる。

【0025】なお、上記の実施例により作製した磁気光学素子の耐久性を調べた実験を行ったので、その結果について以下に説明する。実験対象の磁気光学素子は波長1.31 $\mu$ mの光を使用し得る光アイソレータ又は光磁界センサ用として製造した。偏光子としては波長1.31 $\mu$ mの光に対応する偏光ガラス板を用い、ファラデー回転子としては波長1.31 $\mu$ mの光に対応する磁性ガーネット〔(Bi-YbTb)<sub>3</sub>Fe<sub>5</sub>O<sub>12</sub>〕を用いた。偏光ガラス板及びファラデー回転子ともに一边が10mmの正方形形状とした。接着剤としては、二つの原料を混合することにより硬化する透明なエポキシ系接着剤を使用した。なお、偏光ガラス板をファラデー回転子に接

着する前に、偏光ガラス板の接着面には対接着剤用の反射防止コート、他方の面には対空気用の反射防止コートを施し、ファラデー回転子の両面にも対接着剤用の反射防止コートを施した。これらを接着して中間製品（上記実施例の磁気光学素子14に相当するもの）を得た後、一边を3等分することにより、一边が3mmである最終製品としての磁気光学素子チップを9個作製した。なお、反射防止コートは二酸化珪素(SiO<sub>2</sub>)と酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)を交互に積層させたものを用いた。

【0026】この磁気光学素子では、光が通過する光路中に接着剤の層が形成されているため、耐久性に注意を払う必要がある。そこで、耐久性試験として、接着剤の劣化が顕著に現れる挿入損失を測定した。すなわち、光路中にこの磁気光学素子を配置し、これによる損失を調べた。図6は磁気光学素子を温度85℃、湿度85%の環境下に2000時間置いた高温高湿試験の結果を示す。図7は、温度が-40℃から90℃まで1000サ

イクル変化する環境中に磁気光学素子を置いた冷熱衝撃試験の結果を示す。なお、特性評価に用いた光は波長1.31 $\mu$ mのレーザー光である。

【0027】図6及び図7からわかるように、高温高湿試験の前後において各チップの挿入損失の変化が少ない。従って、冷熱衝撃試験の前後でも挿入損失の劣化は認められず、この磁気光学素子が耐久性にも優れていることが確認できた。

【0028】

10 【発明の効果】本発明に係る磁気光学素子及びその製造方法によって、光学測定により磁気光学素子の偏光方向の特定を行うことなく、入射光と磁気光学素子の偏光方向とを一致させることが可能になる。これによって、入射光と磁気光学素子の偏光方向との不一致による光アイソレータや光磁界センサの不良品の発生を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明の実施例に係る磁気光学素子の最上層を構成する偏光子の正面図、(b)は同磁気光学素子の最下層を構成する偏光子の正面図、(c)は中間製品としての細分化前の磁気光学素子の側面図、(d)は中間製品としての磁気光学素子を細分化した後の磁気光学素子を示す正面図である。

【図2】細分化された各磁気光学素子の偏光方向を示す目印の形成方法の一例を示す概略図である。

【図3】目印として階段状切削部分が形成された磁気光学素子の斜視図である。

【図4】目印として面取り部分が形成された磁気光学素子の斜視図である。

30 【図5】目印として溝が形成された磁気光学素子の斜視図である。

【図6】最終製品としての磁気光学素子の高温高湿試験の結果を示す表である。

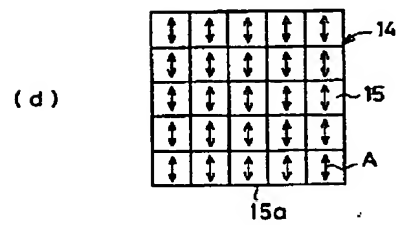
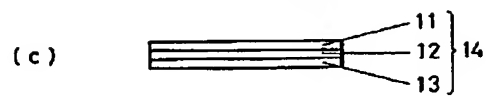
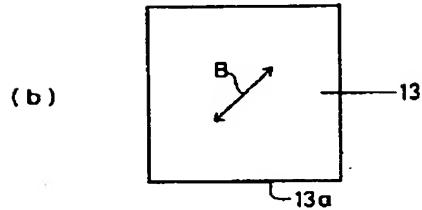
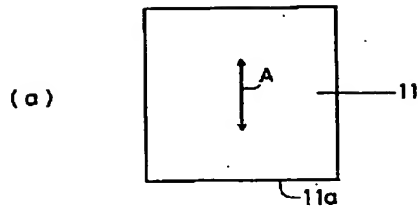
【図7】最終製品としての磁気光学素子の冷熱衝撃試験の結果を示す表である。

【図8】磁気光学素子の基本構成を示す概略図である。

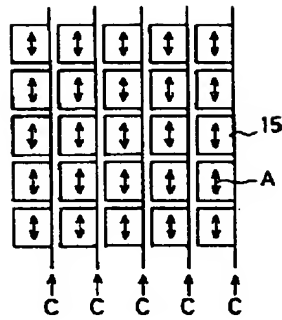
【符号の説明】

- 1, 3 偏光子
- 2 ファラデー回転子
- 4 永久磁石
- 11, 13 偏光子
- 12 ファラデー回転子
- 14 細分化前の磁気光学素子
- 15 細分化後の磁気光学素子
- 16 階段状切削部分
- 17 面取り部分
- 18 溝

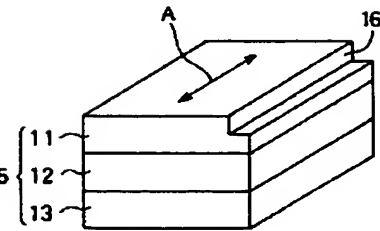
【図1】



【図2】



【図3】

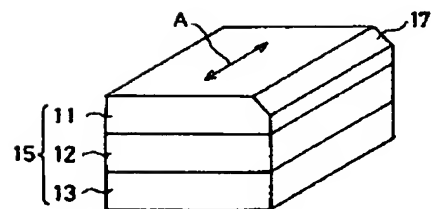


【図6】

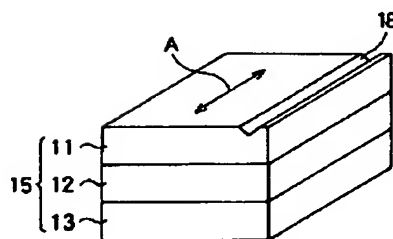
単位: dB

チップNo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
試験前	2.1	2.1	1.9	2.0	1.9	2.1	2.0	2.0	1.9
試験後	2.0	1.9	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	1.9	2.1

【図4】



【図5】

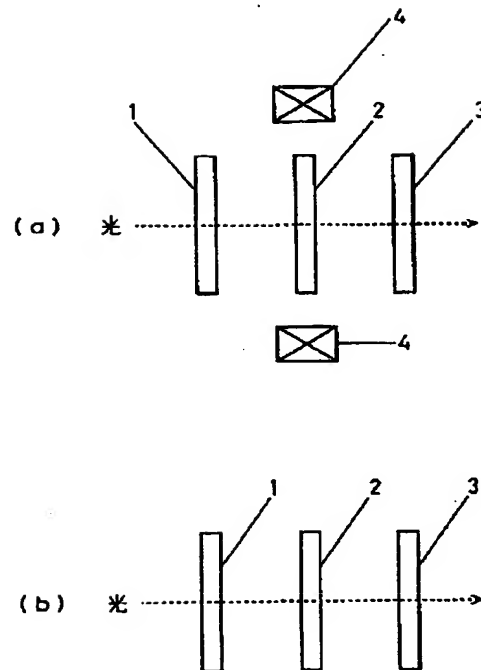


【図7】

単位: dB

チップNo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
試験前	2.0	1.9	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	1.9	2.1
試験後	2.0	2.1	2.1	1.9	2.1	2.0	1.9	1.9	2.1

【図 8】



## 【手続補正書】

【提出日】平成 7 年 6 月 23 日

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図 6

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 6】最終製品としての磁気光学素子の高温高湿試験の結果を示す図表である。

## 【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図 7

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 7】最終製品としての磁気光学素子の冷熱衝撃試験の結果を示す図表である。